



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Gebrauchsmuster**
⑩ **DE 298 22 149 U 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
B 01 F 5/12

②① Aktenzeichen:	298 22 149.7
⑥⑦ Anmeldetag:	25. 8. 98
aus Patentanmeldung:	98 11 6036.9
④⑦ Eintragungstag:	8. 4. 99
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	20. 5. 99

⑦③ Inhaber: VAKUMIX Rühr- und Homogenisieretechnik Aktiengesellschaft, 28844 Weyhe, DE	
⑦④ Vertreter: Glawe, Delfs, Moll & Partner, Patentanwälte, 20148 Hamburg	

⑤④ Homogenisator mit Schutzverzahnung

DE 298 22 149 U 1

DE 298 22 149 U 1

VAKUMIX Rühr- und
Homogenisieretechnik
Aktiengesellschaft

RICHARD GLAWE, Dr.-Ing. (1952-1985)
KLAUS DELFS, Dipl.-Ing., Hamburg
WALTER MOLL, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., München
HEINRICH NIEBUHR, Dipl.-Phys. Dr. phil. habil., Hamburg
ULRICH GLAWE, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., München
BERNHARD MERKAU, Dipl.-Phys., München
CHRISTOF KEUSSEN, Dipl.-Chem. Dr. rer. nat., Hamburg

Postfach 26 01 62
80058 München

Postfach 13 03 91
20103 Hamburg

Liebherrstraße 20
80538 München

Rothenbaumchaussee 58
20148 Hamburg

Tel. (089) 22 46 65
Telefax (089) 22 39 38 (G3)
Telex 5 22 505

Tel. (040) 4 10 20 08
Telefax (040) 45 89 84 (G4,G3)

HAMBURG,

p 19501/98
Ke/HA (180)

Homogenisator mit Schutzverzahnung

Die Erfindung betrifft einen Homogenisator zum Homogenisieren fließfähiger Stoffe, mit einem Rotor und einem Stator, die zueinander konzentrische Verzahnungen aufweisen.

5

Homogenisatoren werden u.a. in der pharmazeutischen, kosmetischen, chemischen und Nahrungsmittelindustrie zur Herstellung von Cremes, Salben, Pasten, Mayonnaisen und ähnlichen Produkten verwendet. Sie sind üblicherweise am Boden eines Mischbehälters angeordnet, in dem die Stoffe gemischt und homogenisiert werden. Der Homogenisator ist häufig als Rotor-Stator-Dispergiermaschine ausgebildet, kann aber auch ein sogenanntes Umwälzrührwerk zum Erzielen einer besseren Pumpwirkung

sein. Ein gattungsgemäßer Homogenisator ist bspw. aus DE 195 37 303 A1 bekannt.

Homogenisatoren arbeiten üblicherweise mit hohen Drehzahlen.

- 5 Wenn in der zu bearbeitenden Mischung harte Fremdkörper, insbesondere Metallteile, enthalten sind, können diese vom Homogenisator angesaugt werden und diesen beschädigen oder zerstören. Problematisch ist dies insbesondere dann, wenn in das herzustellende Produkt Pulver, Pigmente oder andere Feststoffe eingemischt werden sollen, da gerade diese häufig metallische Fremdkörper enthalten. Auch ist es möglich, daß sich in der Mischanlage Schrauben, Muttern und dergleichen lösen und in den Homogenisator fallen.
- 10
- 15 Aus offenkundiger Vorbenutzung ist es bereits bekannt, vor dem Einlauf des Homogenisators (vorzugsweise kegelförmige) Schutzsiebe anzubringen, die harte Fremdkörper an einem Eintritt in den Homogenisatoreinlauf hindern. Nachteilig daran ist, daß diese Siebe insbesondere viskosem Mischgut einen erheblichen Strömungswiderstand entgegensetzen und die Homogenisatorleistung deutlich vermindern.
- 20

- Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Homogenisator der eingangs genannten Art zu schaffen, der einen Schutz gegen Beschädigung oder Zerstörung durch harte Fremdkörper aufweist, wobei dieser Schutz die Homogenisatorleistung nicht oder allenfalls unwesentlich mindert.
- 25

- Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß der Rotor radial innen von der ersten Statorverzahnung eine Schutzverzahnung
- 30

nung mit Öffnungen einer an die minimale Größe abzuhaltender Fremdkörper angepaßten lichten Weite aufweist.

Zunächst seien einige im Rahmen der Erfindung verwendete Begriffe erläutert. Der Homogenisator weist einen Rotor und einen Stator auf, die relativ zueinander in eine Drehbewegung versetzt werden können. Vorzugsweise ist der Stator ortsfest und der Rotor drehbar, doch ist dies im Rahmen der Erfindung nicht zwingend erforderlich. Ggf. kann auch der Stator (bspw. gegenläufig zum Rotor) verdrehbar sein. Entscheidend ist lediglich, daß sich Rotor und Stator relativ zueinander drehen können, um die unten näher beschriebene Homogenisier- und Dispergierwirkung zu erzielen.

Rotor und Stator weisen zueinander konzentrische Verzahnungen auf. Der Begriff Verzahnung bezeichnet jegliche Öffnungen in einer in Umfangsrichtung verlaufenden Wand von Rotor bzw. Stator, durch die das Mischgut im Homogenisatorbetrieb in Radialrichtung nach außen durchtritt. Eine solche Verzahnung kann einzelne Öffnungen in einer ansonsten geschlossenen, in Umfangsrichtung verlaufende Wand aufweisen, häufig wird jedoch die Verzahnung gebildet durch eine auf einem Umfangsabschnitt von Rotor bzw. Stator angeordnete Vielzahl von sich axial erstreckenden Zähnen, die Prallflächen für das Homogenisiergut aufweisen. Soweit in den Ansprüchen und der Beschreibung die Begriffe "axial" bzw. "radial" verwendet werden, ist die Axialrichtung immer durch die Drehachse des Rotors definiert.

Die technische Wirkung der zueinander konzentrischen Verzahnungen ist folgende: Das in den üblicherweise axialen Einlauf

des Homogenisators einströmende Mischgut wird von der radial innersten Rotorverzahnung erfaßt und mit einer Umfangsgeschwindigkeit entsprechend der Umfangsgeschwindigkeit dieser Verzahnung beaufschlagt. Durch die Zentrifugalkraft (ggf. unterstützt durch separate Pumpflügel im Rotor oder die Pumpwirkung der Verzahnungsflächen) wird das Gut nach außen geschleudert und trifft mit hoher kinetischer Energie auf die dann folgende Statorverzahnung. Die kinetische Energie des Gutes wird so in Dispergierwirkung umgesetzt. Radial außen von dieser ersten Statorverzahnung können sich weitere Rotor- und ggf. Statorverzahnungen anschließen.

Damit der Homogenisator seine Dispergierwirkung ausüben kann, benötigt er wenigstens eine Rotor- und eine Statorverzahnung. Wie nachstehend erläutert, kann diese Rotorverzahnung auch durch die Schutzverzahnung gebildet sein. Bevorzugt sind erfindungsgemäß jedoch Homogenisatoren, die jeweils zwei (u.U. auch mehrere) Rotor- und Statorverzahnungen aufweisen, die konzentrisch zueinander angeordnet sind.

Häufig ist es erwünscht, die Bewegungsenergie des Rotors nicht nur in Dispergierwirkung, sondern auch in Pumpwirkung zur Förderung des Homogenisiergutes umzusetzen. Dies kann geschehen durch den Einbau zusätzlicher sogenannter Pumpflügel in den Rotor, die eine Pumpwirkung vergleichbar einer Kreiselpumpe ausüben. Eine solche Pumpwirkung kann jedoch zusätzlich oder statt dessen auch durch entsprechend gestaltete Flächen der Rotorverzahnung ausgeübt werden. Vorzugsweise weist die Verzahnung dann zur Radialrichtung geneigte Flächen auf, die eine Pumpwirkung ausüben.

Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, daß der Rotor radial innen von der ersten Statorverzahnung eine Schutzverzahnung mit Öffnungen einer an die minimale Größe abzuhaltender Fremdkörper angepaßten lichten Weite aufweist.

Diese Schutzverzahnung verhindert, daß in den Homogenisator eintretende Fremdkörper radial nach außen auf die erste Statorverzahnung geschleudert werden und dabei den Homogenisator zerstören. Die Fremdkörper werden von der Schutzverzahnung aufgefangen und verbleiben im Rotor, sie können beim Reinigen des Homogenisators entfernt werden. Die lichte Weite der Öffnungen dieser Schutzverzahnung darf nicht größer sein als die minimale Größe möglicher Fremdkörper, deren Durchtritt durch die ineinander greifenden Rotor/Statorverzahnungen man noch verhindern möchte. Die größte lichte Weite der Öffnungen der Schutzverzahnung wird häufig im Bereich 1 bis 5 mm, vorzugsweise 2 bis 4 mm liegen. Es ist in der Regel ausreichend, die lichte Weite so zu bemessen, daß metallische Fremdkörper von der Größe einer Schraube bzw. Mutter der Gewindegröße M3 noch am Durchtritt gehindert werden.

Überraschenderweise bewirkt die erfindungsgemäße Schutzverzahnung nicht eine Leistungsminderung, sondern im Gegenteil eine Leistungssteigerung des Homogenisators. Diese Leistungssteigerung ist um so größer, je viskoser das durch den Homogenisator geführte Mischgut ist. Vermutlich liegt dies daran, daß die Seitenwände der Öffnungen der Schutzverzahnung eine zusätzliche Pumpwirkung ausüben und so die Leistung erhöhen.

Vorzugsweise enthalten einige oder alle Öffnungen der Schutzverzahnung in Axialrichtung verlaufende Wandabschnitte bzw. Wandflächen. Bspw. können die Öffnungen der Schutzverzahnungen rechteckig sein, wobei zwei gegenüberliegende Rechteck-

5 seiten in Axialrichtung verlaufen. Diese in Axialrichtung verlaufenden Wandflächen können mit der ersten Statorverzahnung einen Winkel einschließen, der zwischen 0 und 90° , vorzugsweise zwischen 0 und 60° , weiter vorzugsweise zwischen 0 und 40° liegt. Ein Winkel von 0° bedeutet, daß bei einer ent-

10 sprechenden Drehstellung von Rotor und Stator zueinander die Wandungen von Schutzverzahnung und erster Statorverzahnung miteinander fluchten, d.h. in einer Ebene liegen. Die in Axialrichtung verlaufenden Wandflächen in den Öffnungen der Schutzverzahnung können genau in der Radialebene verlaufen,

15 wenn das Mischgut in erster Linie zwecks Erzielung einer guten Dispergierwirkung in Umfangsgeschwindigkeit beschleunigt werden soll. Sie können aber auch relativ zur Radialebene geneigt sein, wenn sie auf das Mischgut gleichzeitig eine Pumpwirkung ausüben sollen.

20

In der Regel weisen die ineinander greifenden Rotor- und Statorverzahnungen abhängig von der Größe des Homogenisators eine axiale Höhe von einigen Zentimetern oder mehr auf. Es ist daher bevorzugt, daß die Schutzverzahnung in Axialrichtung

25 gesehen jeweils wenigstens zwei, vorzugsweise wenigstens drei übereinander angeordnete Öffnungen aufweist.

Überraschenderweise erhält man eine besonders gute Dispergierwirkung und Förderleistung eines erfindungsgemäßen Homogenisators, wenn jede axiale Reihe von Öffnungen gegenüber

30 den in Umfangsrichtung der Schutzverzahnung benachbarten Rei-

hen von Öffnungen in Axialrichtung versetzt angeordnet ist. Die axiale Versetzung erfolgt vorzugsweise um ein Maß, das der Hälfte der Summe aus axialer lichter Weite einer Öffnung und axialer Dicke eines zwei Öffnungen in Axialrichtung trennenden Steges entspricht. Dies bedeutet, daß jeweils der Trennsteg zwischen zwei axial übereinander angeordneten Öffnungen auf der axialen Höhe der Mitte einer Öffnung der in Umfangsrichtung benachbarten Öffnungsreihe verläuft (siehe auch Fig. 3).

10

Eine Ausführungsform der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 einen teilweisen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Homogenisator;

Fig. 2 einen Axialschnitt durch Rotor und Stator;

Fig. 3 eine Ansicht des Schutzverzahnungsrings senkrecht zu dessen Axialebene;

Fig. 4 eine Ansicht wie Fig. 2 eines Homogenisators des Standes der Technik.

15 Der erfindungsgemäße Homogenisator weist eine mit einer Nabe 2 versehene Welle 1 auf, die von einem in der Zeichnung nicht dargestellten Antrieb angetrieben wird. Mit der Welle 1 ist ein Rotor 3 drehfest verbunden. Der Rotor 3 weist zwei zueinander konzentrische Rotorverzahnungen 4 und 5 auf. Bei
20 der inneren Rotorverzahnung 4 handelt es sich um die erfindungsgemäße Schutzverzahnung. Mit dem Homogenisatorgehäuse 6

ist der Stator verbunden, der zwei zueinander konzentrische Statorverzahnungen 7, 8 aufweist. Eine mit dem Stator verbundene Statorabdeckung 9 deckt den Rotor 3 an seinem Außenumfang ab und bildet gleichzeitig den mit 10 bezeichneten Zu-
5 lauf des Homogenisators.

Am Außenumfang des Homogenisatorgehäuses 6 ist ein zur Homogenisatorwelle 1 konzentrischer Kanal 11 angeordnet, der den Ablauf des Homogenisators bildet. Er ist mit einem Ablauf-
10 stutzen 12 verbunden.

Der erfindungsgemäße Homogenisator ist in eine Öffnung am Boden eines bei 13 angeordneten Mischbehälters eingesetzt.

15 Zwischen dem Homogenisatorgehäuse 6 und der Statorabdeckung 9 ist ein Ringkanal 14 vorgesehen, der den Ablauf 11 mit dem Produktraum des Mischbehälters 13 verbindet. Ein von einer bei 15 angedeuteten Federeinrichtung vorgespannter Dicht-
ring 16 dichtet den Ringkanal 14 statisch gegenüber dem Ab-
20 lauf 11 ab. Er liegt abdichtend an einer abgeschrägten Fläche 17 des Homogenisatorgehäuses 6 an. Bei niedrigem Druck im Auslauf 11 des Homogenisators liegt der Dichtring 16 abdichtend an und das Homogenisiergut wird durch den Stutzen 12 ab-
gefördert. Steigt bspw. durch Absperren des Stutzens 12 der
25 Druck im Auslauf 11 an, hebt der Dichtring 16 gegen die Federkraft von seinem Sitz ab, so daß das Homogenisiergut aus dem Auslauf 11 durch den Kanal 14 unmittelbar in das Innere des Mischbehälters 13 zurückgefördert wird. Bezüglich der mit diesen beiden unterschiedlichen Fördermöglichkeiten verbunde-
30 nen Vorteile wird auf die Offenbarung der DE 195 37 303 A1 verwiesen.

Das konzentrische Ineinandergreifen der Schutzverzahnung 4 und Verzahnung 5 des Rotors und der beiden Verzahnungen 7, 8 des Stators ist insbesondere in Fig. 2 zu erkennen. Man erkennt dort auch die zusätzlichen Pumpflügel 18 des Rotors, die dessen Förderleistung (Pumpleistung) erhöhen.

Man erkennt in Fig. 2, daß radial innen von der ersten, d.h. radial innersten Statorverzahnung 7 die erfindungsgemäße Schutzverzahnung 4 angeordnet ist. Diese Schutzverzahnung ist als ein Ring ausgebildet, in den (bspw. mittels eines Lasers) Öffnungen der gewünschten Größe geschnitten sind. Die Statorverzahnungen 7, 8 und die radial äußere Verzahnung 5 sind gebildet durch Reihen von sich in Axialrichtung erstreckenden einzelnen Zähnen, wie aus der Zusammenschau der Fig. 1 und 2 zu erkennen ist. Aus Fig. 3 ist ersichtlich, daß jeweils benachbarte axiale Reihen von Öffnungen 19 der Schutzverzahnung 4 in Axialrichtung versetzt zueinander angeordnet sind (vgl. bspw. die mit 20 und 21 bezeichneten Reihen). Diese versetzte Anordnung der Öffnungsreihen ist erfindungsgemäß zwar bevorzugt, jedoch nicht unbedingt erforderlich.

In Fig. 2 erkennt man, daß die axial verlaufenden Wandflächen 22 der Rotorverzahnung 5 und 23, 24 der Statorverzahnungen 7, 8 genau in radialer Richtung laufen, d.h. parallel zu der bei 25 angedeuteten Axialebene. Im Rahmen der Erfindung können diese Wandflächen 22, 23, 24 auch relativ zur Radialrichtung geneigt sein, um eine höhere Pump- und/oder Dispergierwirkung zu erzielen.

Dagegen sind die in Axialrichtung verlaufenden Wandflächen 26 der Schutzverzahnung 4 gegenüber der Radialrichtung (bzw. Axialebene) um einen bei 27 angedeuteten Winkel α geneigt angeordnet.

5

Bei Betrieb des erfindungsgemäßen Homogenisators wird das Mischgut über dem Zulauf 10 dem Homogenisator zugeführt. Das Gut wird zunächst von den Pumpflügeln 18 erfaßt und auf eine Geschwindigkeit beschleunigt, die sowohl eine Radialkomponente als auch eine Komponente in Umfangsrichtung besitzt. Das Gemisch tritt in die Öffnungen 19 der Schutzverzahnung 4 ein, wird von den Wandflächen 26 weiter beschleunigt und prallt auf die Wandflächen 23 der ersten Statorverzahnung 7. Das aus der Statorverzahnung 7 nach außen austretende Gemisch wird von der zweiten Rotorverzahnung 5 erfaßt, wiederum beschleunigt und auf die Wandflächen 24 der zweiten Statorverzahnung 8 geschleudert. Das homogenisierte und dispergierte Gemisch tritt in den Ablauf 11 aus und wird entweder durch den Stutzen 12 oder durch den Kanal 14 abgefördert.

20

Sofern in dem dem Homogenisator zugeführten Gemisch harte Fremdkörper enthalten sind, deren Größe die lichte Weite der Öffnungen 19 der Schutzverzahnung 4 entweder erreicht oder überschreitet, können diese durch die Schutzverzahnung 4 nicht hindurchtreten. Sie werden im Rotor 3 festgehalten und können dementsprechend nicht auf die erste Statorverzahnung 7 und anschließende Verzahnungen geschleudert werden.

Die nachfolgende Tabelle belegt die durch die erfindungsgemäße Schutzverzahnung erreichte Leistungssteigerung gegenüber einem herkömmlichen Homogenisator, der keinerlei Einrichtung

30

gen zum Schutz vor Fremdkörpereintritt aufweist. Die Versuche wurden durchgeführt mit konzentrierter wäßriger Sorbitollösung (70 Gew.-% Sorbitol, 30 Gew.-% Wasser).

Umfangsge- schwindigkeit der Rotoraußenkante [m/s]	Leistungserhöhung gegenüber einem herkömmlichen Homogenisator bei einem Innendruck im Mischbehälter von		
	1.000 mbar	400 mbar	200 mbar
11,15	1,42	1,36	1,46
16,72	1,57	1,74	1,64
20,07	1,43	1,48	1,49
23,42	1,35	1,42	1,36
25,39	1,31	1,39	1,31
26,76	1,23	1,48	1,18
31	1,24	1,33	1,02

5

Aus der Tabelle sind die Faktoren ersichtlich, um die sich die Förderleistung eines erfindungsgemäßen Homogenisators bei verschiedenen Betriebszuständen gegenüber einem herkömmlichen Homogenisator (dargestellt in Fig. 4) erhöht. Der herkömmliche Homogenisator weist keine Schutzverzahnung auf, an die Pumpflügel 18 schließt radial außen unmittelbar die erste Statorverzahnung 7 an. Man erkennt, daß sich im Durchschnitt die Förderleistung um etwa ein Drittel erhöht.

10

Schutzansprüche

1. Homogenisator zum Homogenisieren fließfähiger Stoffe, mit
5 einem Rotor (3) und einem Stator, die zueinander konzen-
trische Verzahnungen (4,5,7,8) aufweisen, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der Rotor (3) radial innen von der ersten
Statorverzahnung (7) eine Schutzverzahnung (4) mit Öffnun-
10 gen (19) einer an die minimale Größe abzuhaltender Fremd-
körper angepaßten lichten Weite aufweist.
2. Homogenisator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
die Öffnungen (19) der Schutzverzahnung (4) in Axialrich-
15 tung verlaufende Wandflächen (26) aufweisen.
3. Homogenisator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
diese Wandflächen (26) mit axial verlaufenden Wandflächen
(23) der ersten Statorverzahnung einen Winkel einschlie-
ßen, der zwischen 0° und 90° , vorzugsweise zwischen 0° und
20 60° , weiter vorzugsweise zwischen 0° und 40° liegt.
4. Homogenisator nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeich-
net, daß die Öffnungen (19) der Schutzverzahnung (4)
rechteckig sind.
- 25 5. Homogenisator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß
die Schutzverzahnung (4) in Axialrichtung gesehen wenig-
stens zwei, vorzugsweise wenigstens drei übereinander an-
geordnete Öffnungen (19) aufweist.

6. Homogenisator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß
jede axiale Reihe (20) von Öffnungen (19) gegenüber den in
Umfangsrichtung der Schutzverzahnung benachbarten Reihen
(21) von Öffnungen (19) in Axialrichtung versetzt angeord-
5 net ist.
7. Homogenisator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß
die axiale Versetzung um ein Maß erfolgt, das der Hälfte
der Summe aus axialer lichter Weite einer Öffnung (19) und
10 axialer Dicke eines zwei Öffnungen (19) in Axialrichtung
trennenden Steges entspricht.

14. 12. 98

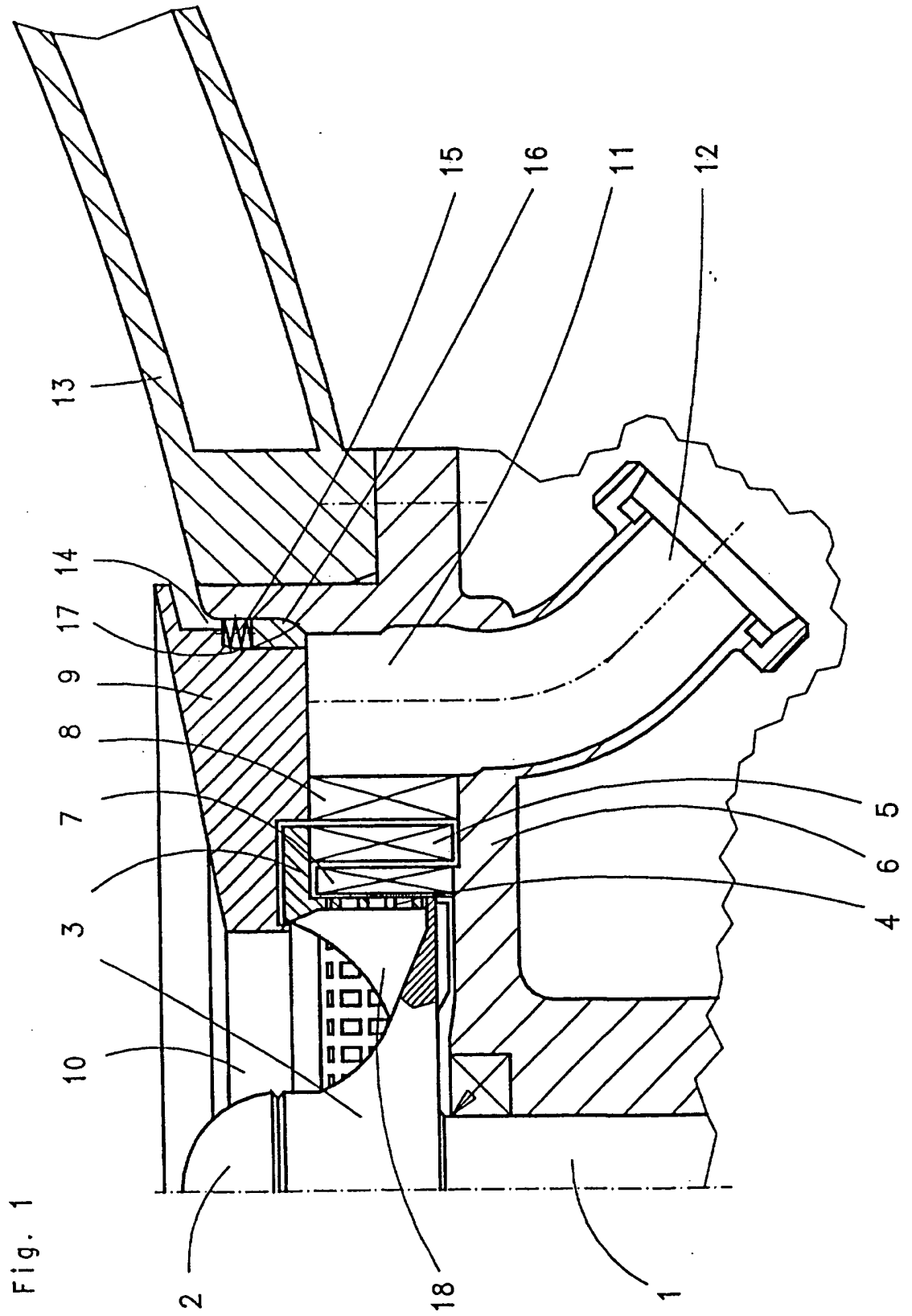


Fig. 1

Fig. 3

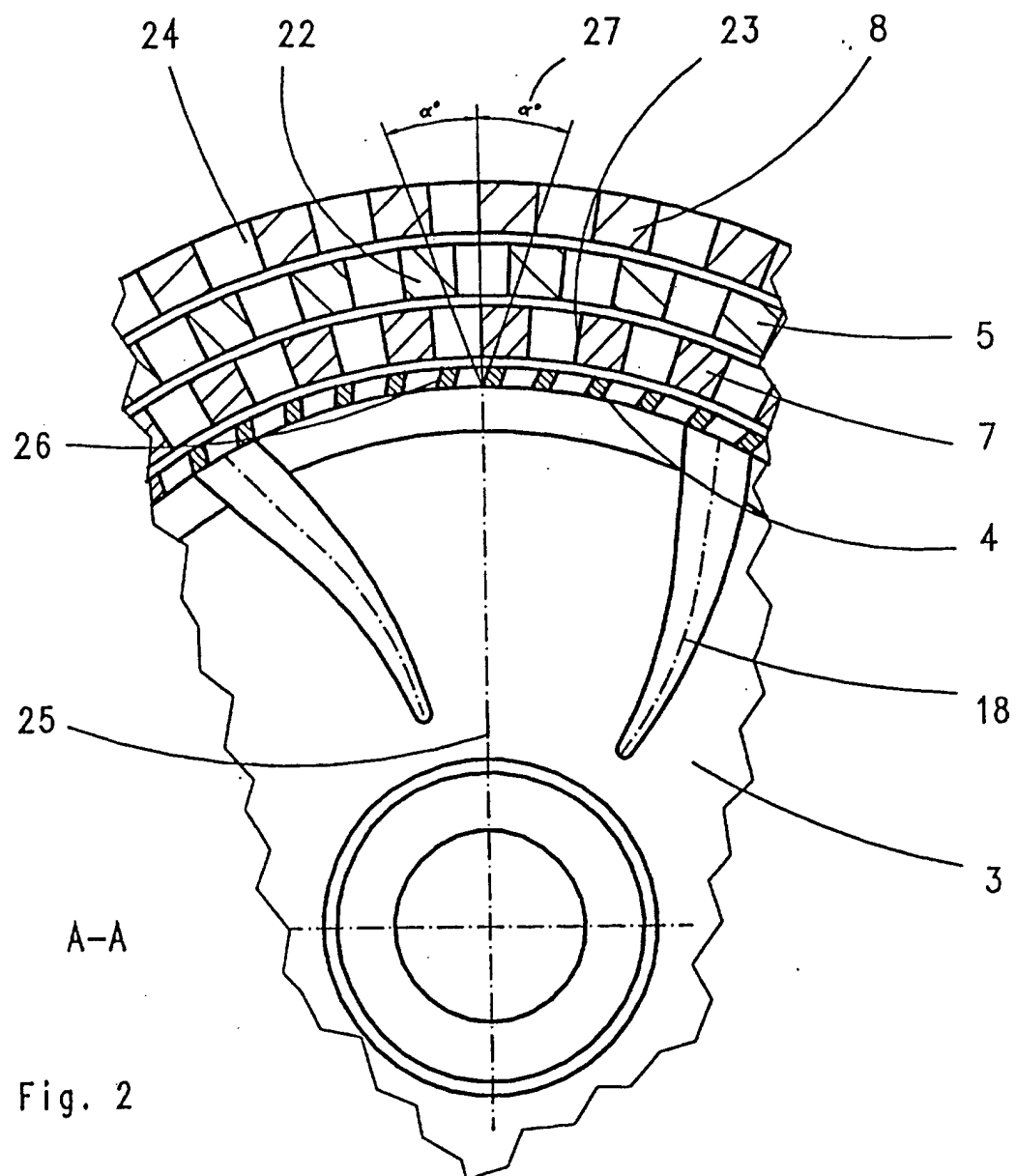
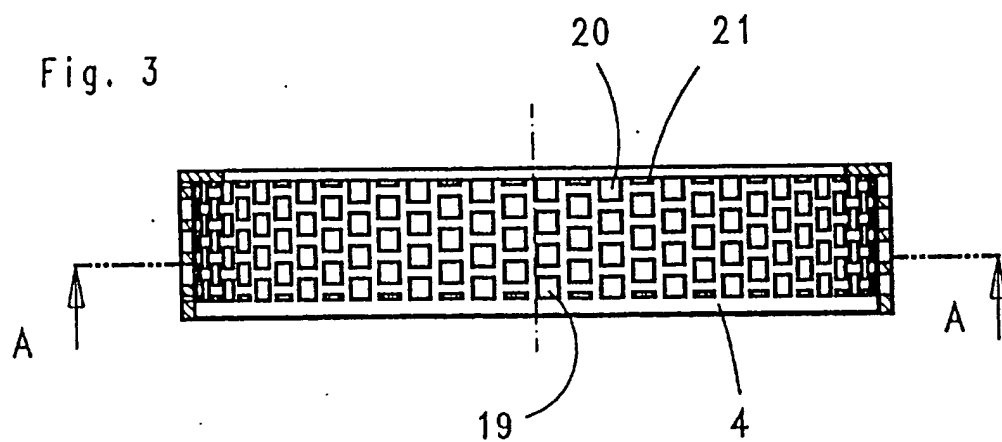


Fig. 2

14.12.98

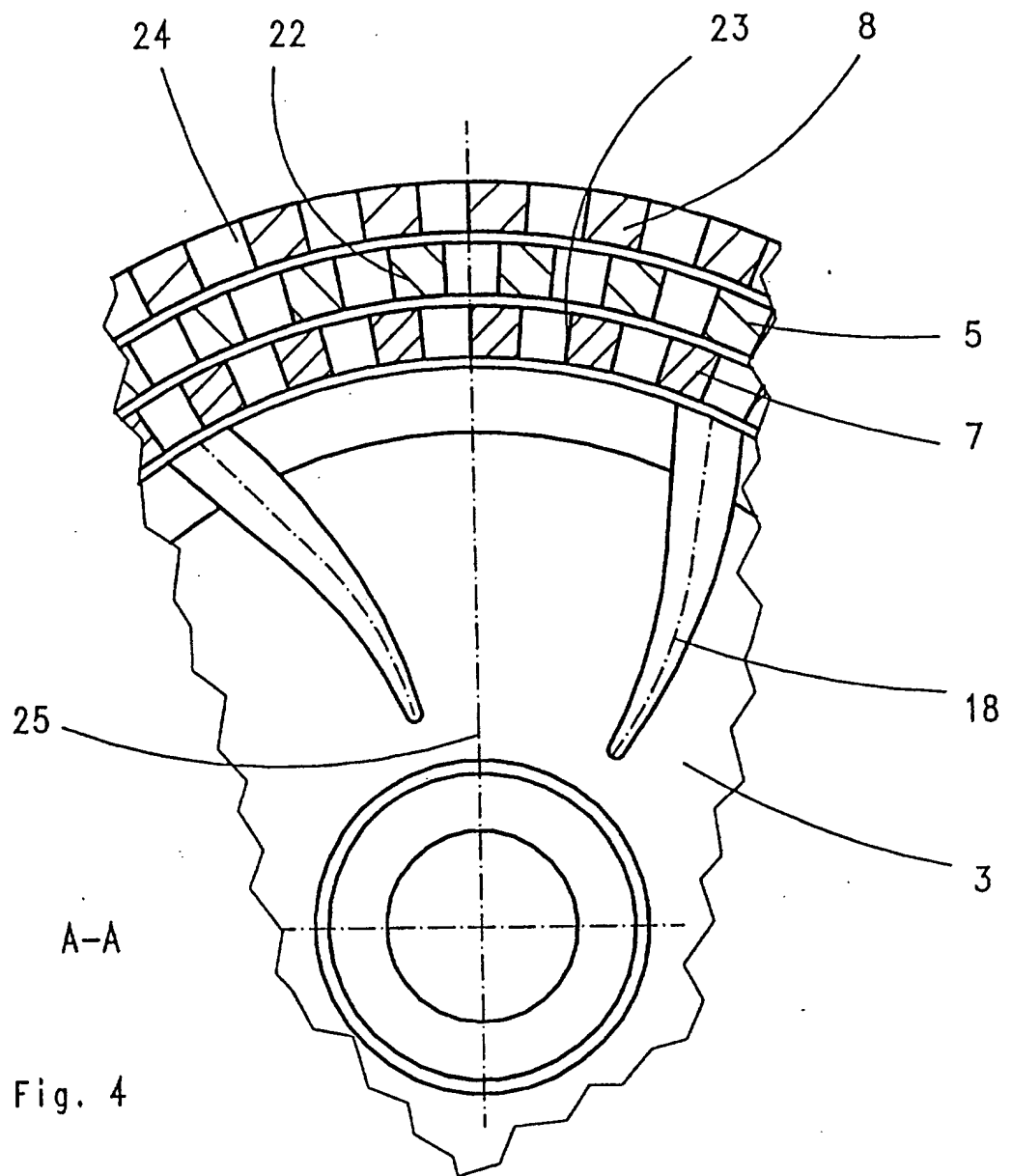


Fig. 4